Über ein neues Verfahren, Pflanzen zu treiben. Acetylenmethode

Von

Friedl Weber

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Graz

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Jänner 1916)

Die Zahl der Frühtreibverfahren, über die in der wissenschaftlichen Botanik berichtet wurde, ist nicht mehr gering. Es sei hier nur hingewiesen auf die Arbeiten von Johannsen (Äther, 1900), Howard (Kälte, Trockenheit, 1906), Molisch (Warmbad, 1908/9 und Radium, 1912), Jesenko (Injektion, 1911), Weber (Verletzung, 1911), Lakon (Nährsalze, 1912), Klebs (Licht, 1914), Portheim und Kühn (Entschuppen, 1914).

Trotz dieser bereits reichlich gesammelten Erfahrung wird die Forschung auf diesem Gebiete zu immer neuer Tätigkeit angespornt, und zwar vor allem aus folgenden zwei Beweggründen: Der eine ist der Wunsch, den Praktikern eine möglichst brauchbare Methode zu übermitteln — in dieser Beziehung war es zuerst Johannsen [*9*], dann aber in noch vollkommenerer Weise Molisch [*22*] vergönnt, ungemein Wertvolles zu leisten —, der andere ist die Hoffnung, durch die Analyse der Wirksamkeit von Treibverfahren einen Einblick in das alte und vielumstrittene Problem der Ruheperiode zu gewinnen.

Ob auf diese Weise eine solche Einsicht überhaupt zu erlangen ist, soll hier nicht untersucht werden. Klebs, einer der erfolgreichsten Experimentatoren auf dem in Frage stehenden

Gebiet, ist folgender Meinung: Aus der Tatsache, daß die Ruheperiode durch Modifikation der äußeren Bedingungen wesentlich beeinflußbar ist, lasse sich der Schluß ziehen, die Ruheperiode sei keine autonome, sondern eine aitiogene, durch Außenfaktoren bedingte Erscheinung. Jost [*12*, p. 468 und *13*, p. 649] und kürzlich Kniep [*17*] haben darauf hingewiesen, daß diese Schlußfolgerung »nicht einwandfrei« ist.[1] Von anderer Seite wurde behauptet, daß, wer sich auf den Standpunkt der Autonomie[2] der Periodizität stelle, auf weitere Forschung verzichten müsse. Dies scheint mir nicht der Fall zu sein: Die autonome Periodizität ist durch äußere Faktoren jedenfalls beeinflußbar — gibt es ja »überhaupt keine von den Außenbedingungen unabhängige Lebenstätigkeit« (Kniep [*17*, p. 114]). Das nächste Ziel der Forschung wird es nun sein, das Wesen (die Natur, die Art und Weise) der Wirkung der Umwelt auf den autonomen Rhythmus klarzulegen. Ein Versuch, einen Beitrag zur Analyse der Wirksamkeit der Treibverfahren zu liefern, soll — abgesehen von der Darlegung einer neuen Methode — die Aufgabe dieser Arbeit sein.

Das in folgendem mitzuteilende Treibverfahren, es möge als Acetylenmethode bezeichnet werden, beruht auf der Wirkung mit Acetylen stark verunreinigter Luft.

Über einen frühtreibenden Einfluß des Acetylens sind mir bisher[3] in der Literatur keine Angaben bekannt geworden. An einer Stelle seines »Ätherverfahrens« [*9*, p. 32] sagt Johannsen: »Auch mit Nitrobenzol, Schwefelkohlenstoff, Beleuchtungsgas u. a. sind Versuche angestellt worden, aber ganz ohne praktisches Resultat.« Acetylen erwähnt Johannsen also hierbei nicht. Aus der Literatur[4] über den Einfluß der »Laboratoriumsluft« auf das Wachstum der Keimlinge

---

[1] Klebs hat hierauf erwidert [*16*, p. 791].

[2] Im Sinne Pfeffer's nicht von Driesch, vgl. hierüber Kniep [*17*, p. 114].

[3] Die Literaturbeschaffung ist allerdings in der jetzigen Zeit sehr erschwert.

[4] Diese findet sich zusammengestellt z. B. in der in diesen Berichten 1912 erschienenen Arbeit O. Richter's: »Über die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotica.«

(O. Richter, D. Neljubow) wissen wir, daß das Acetylen (welches auch im Leuchtgas enthalten ist) als der wirksamste Stoff der verunreinigten Luft aufzufassen ist und daß ihm überhaupt die typische Wirkung eines allgemeinen Narkoticums zukommt. Es lag daher nahe, einmal auch mit diesem Gas Treibversuche anzustellen, obwohl es auf das Längenwachstum der Keimlinge einen ungemein hemmenden Einfluß ausübt.

Wie im folgenden zu zeigen sein wird, vermag man die Ruheperiode von Holzgewächsen durch Einwirkung des Acetylens wesentlich abzukürzen. Da sich diese neue Methode außer durch ihre Wirksamkeit noch durch große Einfachheit auszeichnet, so besteht jedenfalls die Hoffnung, die Acetylenmethode werde in die Praxis Eingang finden.

Methode.

Die Methode ist höchst einfach. Sie beruht darauf, daß die Versuchspflanzen — es wurde bisher ausschließlich mit Holzgewächsen experimentiert — eine Zeit hindurch in einem Raum verweilen, dessen Luft reichlich Acetylengas beigemengt ist. Im Laboratorium wird dies am einfachsten so ausgeführt, daß die Pflanzen zugleich mit dem Gefäß, dem das Acetylen entströmt, unter einem Glassturz in einer (Keim-)Schale gehalten werden. Der Abschluß gegen die umgebende Luft wird mit Wasser erzielt, das den Boden der Keimschüssel einige Zentimeter hoch bedeckt. Werden Zweige verwendet, so tauchen dieselben mit ihren Schnittflächen in ein Glas mit Leitungswasser, dagegen stehen Topfpflanzen auf einem umgelegten Napf, damit sie nicht mit dem Wasser der Keimschale in Berührung kommen.[1]

Die Erzeugung des Acetylens kann auf verschiedene Weise vor sich gehen; am einfachsten erfolgt sie so, daß man auf in einem Glas befindliche Stückchen Calciumcarbid ein wenig Wasser schüttet. Für Laboratoriumsversuche hat diese Methode natürlich ihre Nachteile: Die Gasentwicklung erfolgt allzu stürmisch und das Acetylen wird großenteils aus dem

[1] Vgl. Molisch [*24*, p. 4].

Raum unter der Glasglocke wieder ausgetrieben,[1] wodurch im Experimentierraum eine unangenehme Atmosphäre entsteht.

In der Praxis, wo am besten mit gut verschließbaren Räumen, ähnlich den »Ätherisierungskästen« gearbeitet werden dürfte, kann aber wohl auch dieses primitive Verfahren der Gaserzeugung brauchbar sein. Für Laboriumsversuche wird man natürlich den unangenehmen und unökonomischen Gasverlust möglichst einschränken wollen. Am besten gelingt dies jedenfalls nach folgenden Angaben von Grafe [*6*, p. 16]: »Ein Rundkolben wird mit einem Kautschukstöpsel mit doppelter Bohrung versehen, in deren einer ein mit Wasser beschickter Tropftrichter, in deren anderer ein rechtwinkeliges Glasrohr steckte.« »Der Kolben wurde vor jedem Versuch mit einigen Stückchen käuflichen Calciumcarbids versehen und durch Auftropfen von Wasser ein Acetylenstrom entwickelt.« Bei meinen letzten Versuchen habe ich diese Methode dahin modifiziert,[2] daß das Gefäß, in dem das Acetylen erzeugt wurde (Woulff'sche Flasche), nicht im Acetylenisierungsraum selbst (unter der Glasglocke) aufgestellt wurde, sondern außerhalb derselben. Das Acetylen ließ ich dann mit Hilfe eines Schlauches und U-Glasrohres in den Raum überströmen.

Das Acetylen wurde nicht gereinigt, was ja für meine Zwecke vorläufig[3] und für die Praxis überhaupt nicht nötig erscheint.

Die Vergleichspflanzen kamen ebenfalls unter Glassturz und Wasserabschluß sowie auch unter sonst gleichen Bedingungen, aber in reiner Luft zur Aufstellung.

Im übrigen ist in der Literatur die Methode aus den Versuchen (Richter's) über den Einfluß der Laboratoriumsluft

[1] Außerdem kann man natürlich kaum schnell genug nach der Befeuchtung des Calciumcarbids den Sturz über diesen und die Pflanzen stülpen.

[2] Einen Tropftrichter kann man ganz gut improvisieren, indem man den Hals eines gewöhnlichen Glastrichters mit Watte mehr oder weniger stark verstopft.

[3] Die Annahme, daß irgendeine Verunreinigung des »Roh«-Acetylens die frühtreibende Wirkung ausübt, scheint mir unwahrscheinlich, müßte aber immerhin noch geprüft werden.

und aus den Arbeiten von Molisch [*24*, *25*] über den des Tabakrauches auf die Pflanzen wohl bekannt.

Über die Dosierung des Acetylengases kann vorläufig nur folgendes gesagt werden: Bei den Versuchen wurde meist auf einen Luftraum von 10 *l* aus zirka 6 *g* Calciumcarbid (oder aus etwas mehr) Acetylengas entwickelt. Dabei muß aber beachtet werden, daß ein ansehnlicher Teil des Gases bei der Einleitung des Versuches in der Regel in Verlust geriet und daß das Abschlußwasser das Acetylen jedenfalls ganz besonders stark absorbiert (vgl. die Angaben von Johannsen [*9*, p. 20 und 21] und von Molisch [*24*, p. 6] über die Absorption von Äther, respektive von Rauch durch Wasser und Erde). Am besten kann vielleicht das Gasgemisch unter der Glasglocke — gewissermaßen physiologisch — charakterisiert werden durch die Erwähnung, daß wiederholt gleichzeitig mit den Zweigen unter dem Glassturz Wickenkeimlinge gezogen wurden, die alle Merkmale des Wachstums in »Laboratoriumsluft« in typischer Weise aufwiesen.

Die Dauer der Einwirkung des Acetylens auf die Pflanzen variierte im allgemeinen zwischen ein- und dreimal 24 Stunden; in der Regel betrug sie 48 Stunden (und zwar ohne Unterbrechung). Nach je 24 Stunden wurde stets aus der gleichen Menge Calciumcarbid (wie zuerst) neuerdings Gas entwickelt. Bisher war es noch nicht möglich, für die verschiedenen Pflanzen die optimalen Werte für die Dosierung und Einwirkungsdauer des Acetylens zu ermitteln. Wie bei den übrigen Treibverfahren (Äther, Warmbad, Licht), so reagieren die Pflanzen jedenfalls auch auf das Acetylen »periodisch verschieden« (Johannsen [*9*, p. 34]), d. h. zur Zeit des Endes der Nachruhe läßt sich mit geringeren Dosen der beste Erfolg erzielen. So genügt vom Ende November an ein 24stündiges Acetylenisieren vollkommen und ist sogar einem länger dauernden vorzuziehen. Bei *Tilia* dagegen, die sich um diese Zeit erst am Anfang der Nachruhe befindet, ist nach 24stündiger Acetyleneinwirkung kaum ein Erfolg bemerkbar. Ob, wie Klebs [*15*] in seinen interessanten Versuchen für das Licht nachgewiesen hat (bis zu einem gewissen Grade), auch für die Acetylenmethode die »Menge« (Intensität mal

Dauer) des Reizmittels für den Erfolg maßgebend ist, muß erst untersucht werden.

Das Wurzelsystem ist, soweit ich jetzt schon sehen kann, niemals durch die Acetylenatmosphäre geschädigt worden und wurden daher bei Topfpflanzen die Wurzeln in der Regel nicht (etwa durch trockenen Sand) geschützt.

Speziell bei den Versuchen mit abgeschnittenen Zweigen war mit der Möglichkeit zu rechnen, daß das durch Acetylen verunreinigte Wasser, welches durch die Schnittfläche der Zweige aufgenommen wird, die Abkürzung der Ruhezeit bewirkt. Diese Frage suchte ich in folgender Weise zu lösen: Bei einem Versuche wurde das Wasser mit Öl überschüttet, so daß die Schnittflächen der Zweige dauernd in reines Wasser — auch in der Acetylenluft — tauchten; andrerseits wurden Äste in durch eine Acetylenluft verunreinigtes Wasser gestellt, dieses wieder mit einer Ölschicht bedeckt und das Glas mit den Zweigen (unter einer Glasglocke) in reine Luft gebracht. Das Ergebnis dieser Versuche war: Nicht das Acetylenwasser, sondern die Acetylenluft kürzt die Ruhe ab.[1]

Während der Acetylennarkose befanden sich die Versuchspflanzen in einem normal geheizten Zimmer des Instituts im Licht[2] in der Nähe des Fensters aufgestellt; die Nachttemperaturen waren daselbst häufig ziemlich tief (14° C.). Im übrigen dürfte, was die Temperaturverhältnisse des Acetylenraumes betrifft, dasselbe gelten, was Johannsen über die Temperatur im »Ätherkasten« erwähnt [*9*, p. 18 und 33/34].

Das Treiben nach dem Acetylenisieren — ohne weitere Vorbehandlung unmittelbar anschließend — erfolgte im Experimentierwarmhaus (16 bis 26° C.) des Instituts unter recht günstigen Wärme-, Feuchtigkeits- und Lichtverhältnissen.[3]

[1] Trotzdem wurde das Wasser, in das die Schnittflächen der Zweige tauchten, nach der Acetylenbehandlung stets durch frisches (reines) ersetzt.

[2] Das Licht spielt aber dabei keine Rolle, das Acetylenisieren kann ebensogut im Dunkeln erfolgen.

[3] Also im Licht.

Schließlich sei noch über den Temperaturgang im Freien in Graz im Herbst 1915 soviel mitgeteilt, daß bis Mitte November die Witterung frei von stärkeren Frösten war, dann aber (insbesondere in der letzten Novemberwoche) setzten starke Fröste ein (bis —10° C. und darunter); diese kurze Kälteperiode wurde von abnorm warmem Südwindwetter abgelöst, das bis Mitte Dezember anhielt;[1] um diese Zeit wurde der experimentelle Teil dieser Arbeit abgeschlossen.

Das Pflanzenmaterial, wie erwähnt ausschließlich Holzgewächse, gelangte stets frisch (womöglich an natürlichen Standorten) eingesammelt, direkt aus dem Freien kommend, in den Versuchen zur Verwendung; insbesondere bei den Hauptversuchen wurde ungemein reichliches, kräftiges Material verwendet und stellen die wiedergegebenen Photographien stets nur einzelne typische Vertreter der Versuchspflanzen dar.

Versuche.

A. Mit Acetylen.

I. Mit Syringa vulgaris.

Am 12. November.

Experimentiert wurde ausschließlich mit Zweigen (Topfpflanzen standen keine zur Verfügung), und zwar konnte ganz besonders reichliches, einheitliches Material mit kräftigen Blatt- und Blütenknospen beschafft werden. Nach einigen Vorversuchen (Ende Oktober und Anfang November), die recht ermunternde Ergebnisse gezeitigt hatten, wurden die Hauptversuche am 12. November begonnen und dabei ein 48stündiges kontinuierliches Acetylenisieren zur Anwendung gebracht. Da die Zweige des Flieders in keinerlei Weise vorbehandelt wurden und bis zum Tage des Hauptversuchbeginnes stärkeren Frösten im Freien nicht ausgesetzt waren, so blieben die Knospen des nicht acetylenisierten Vergleichsmaterials im Treibhaus fast durchwegs gänzlich »sitzen«, nur

[1] Um diese Zeit blühten im Freien an den natürlichen Standorten u. a. *Corylus*- und *Alnus*-Kätzchen, *Daphne mezereum*.

an ganz vereinzelten Zweigen ließen einige davon Anfang Dezember die ersten Zeichen des »Brechens« erkennen; dies ist jedenfalls ein Beweis dafür, daß die Ruhe des verwendeten Fliedermaterials noch relativ recht tief war.

Der mit Acetylendämpfen behandelte Flieder trieb rasch und willig aus; am besten, wie ja auch von anderen Methoden her bekannt, meist die kräftigen Endknospen. Schon Ende



Fig. 1.
Beide Zweiggruppen wurden am 14. November ins Warmhaus gestellt, die Gruppe links nach 48stündiger Acetylenbehandlung. Photographiert am 28. November.

November, also nach etwa zwei Wochen, waren die Blüten- und Blattknospen ansehnlich entwickelt, wie nebenstehendes Bild zeigt. In den ersten Tagen des Dezembers, zu welcher Zeit der Versuch abgebrochen wurde, hatten die jungen Triebe eine stattliche Länge erreicht (vgl. Fig. 1 der Tafel).

Ab Mitte November bis Anfang Dezember wiederholte Versuche — es wurde dabei häufig nur eine 24stündige Acetyleneinwirkung in Anwendung gebracht — ergaben alle

dasselbe positive Resultat; das Treiben erfolgte später naturgemäß immer rascher und noch einheitlicher. Gegen Mitte Dezember zu jedoch verwischt sich der Unterschied in der Entwicklung der behandelten und nicht behandelten Zweige immer mehr; schließlich konnte dann wiederholt auch ein hemmender Einfluß des Acetylens auf das Treiben festgestellt werden (also ganz analog den Ergebnissen bei anderen Treibverfahren [Äther, Warmbad, Verletzung, Injektion]).

II. Mit Tilia sp.

Am 6. Dezember.

Es standen zu den Versuchen Topfpflanzen zur Verfügung, die schon einige Jahre als solche gezogen worden waren und die insbesondere in der letztvorhergehenden Sommervegetationsperiode (1915) sich völlig normal verhalten hatten.

Tilia sp. läßt sich bekanntlich zum Unterschied von *Syringa* ziemlich schwer und erst spät treiben; mit dem Warmbad sind keine günstigen Erfolge zu erzielen; die Nachruhe dauert wohl bis tief in den Jänner hinein (vgl. übrigens die Angaben von Lakon [*18*, p. 569]).

Ein Vorversuch begann am 15. November. Das Acetylenisieren wurde in diesem Falle 5 Tage hindurch ununterbrochen ausgeführt und die Bäumchen demnach am 20. November ins Warmhaus gestellt. Schon nach wenigen Tagen zeigte sich deutlich die Wirkung des Acetylens; das behandelte Bäumchen hatte dann am 4. Dezember bereits die Mehrzahl der Blätter völlig entfaltet, während am Vergleichsbäumchen auch nicht an einer Knospe Zeichen des beginnenden Treibens zu entdecken waren. Die erste und vorläufig einzige Knospe des Kontrollbäumchens entfaltete sich am 15. Dezember.

Der Hauptversuch mit einer Reihe von Topfpflanzen begann anfangs Dezember. Die meisten Pflanzen verblieben vom 3. bis zum 6. Dezember in der Acetylennarkose; einige bloß 48 Stunden lang, eines aber nur während 24 Stunden. Beim letzten war kein Treiben bis zum 20. Dezember zu sehen.

Dagegen zeigten die dreimal 24 Stunden acetylenisierten Bäumchen (und etwas später auch die Pflanzen nach 48stün-

diger Acetylenbehandlung) bereits am 16. Dezember, also nach bloß 10 Tagen die Blätter fast aller Knospen in schönster Entfaltung. An dieser Stelle soll ausdrücklich hervorgehoben werden, daß bei allen Versuchspflanzen, die nach der Acetylenisierung zur Knospenentfaltung kamen, die Entwicklung der Triebe vollkommen normal vor sich ging und insbesondere die Topfpflanzen ein vollständig gesundes Aussehen erkennen ließen.

Die Vergleichspflanzen zeigten bis 20. Dezember (im allgemeinen Abschluß der Versuche) nicht das geringste Anzeichen von Treibwilligkeit.

Auch mit Zweigen von *Tilia platyphylla* kam eine Versuchsreihe zur Ausführung. Am 29. November nach 48stündiger Acetylennarkose ins Warmhaus gebracht, entfaltete die Mehrzahl der Äste ihre Knospen am 18. Dezember; die Knospen der Kontrollzweige dagegen waren um diese Zeit über ein merkliches Anschwellen nicht hinausgekommen. Die reichliche Ausbildung einer mächtigen Schleimhülle [1] an den Schnittflächen von *Tilia*-Zweigen in Wasser, die Bakterien ein ungemein geeignetes Keimbett bietet, verhindert trotz sorgfältigem, häufigem Wasserwechsel gewöhnlich alsbald die Weiterentwicklung der jungen Triebe.

III. Mit Aesculus hippocastanum.

Am 23. November.

Nach 48stündigem Aufenthalt in der Acetylenluft kamen die kräftigen Zweige — nur solche wurden verwendet — am 25. November ins Warmhaus. Am 15. Dezember hatten die jungen Triebe der Acetylenzweige eine Länge von 8 bis 9 *cm* erreicht; von den Vergleichspflanzen zeigten nur einzelne Knospen Lockerung ihrer Schuppen (vgl. Fig. 3 der Tafel).

Erwähnt sei, daß mit *Aesculus*-Zweigen auch Versuche über den Einfluß mit Leuchtgas stark verunreinigter Luft ausgeführt wurden: die Knospenstreckung erfolgte nach Leuchtgasbehandlung im allgemeinen noch rascher und

---

[1] Vgl. Molisch, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena 1916, p. 67.

intensiver als nach der Acetylennarkose.[1] Dies dürfte jedoch nicht in der besseren Wirkung des Leuchtgases überhaupt seinen Grund haben, sondern eine Folge etwas zu starker (nicht optimaler) Dosierung des Acetylens bei obigen Versuchen mit *Aesculus* sein; wurden nämlich *Aesculus*-Zweige 3 Tage hindurch der Acetyleneinwirkung ausgesetzt, so erfolgte das Austreiben bedeutend später als nach zweitägiger Einwirkung und eine eintägige ergab zumindest ebensogute Resultate als die zweitägige.[2]

IV. Mit anderen Pflanzen.

Um ein eindeutiges, einwandfreies Resultat zu erzielen, ist man genötigt, mit reichlichem Material ein und derselben Art zu experimentieren; daher bleibt in einer Treibsaison wenig Zeit, Versuche mit verschiedenen Pflanzen anzustellen; meine mit anderen als den oben erwähnten Holzgewächsen durchgeführten Experimente können daher im allgemeinen nur als Vorversuche bewertet werden.

Bei *Forsythia* erhielt ich kein klares Resultat; die Versuche wurden jedenfalls zu spät (Ende November) eingeleitet, zu einer Zeit, in der dieser Zierstrauch schon »von selbst« blüht. das gleiche muß ich leider auch für *Corylus*- (Blütenkätzchen), *Cornus*- und Kirsch-Blütenknospen angeben. Sichtlich die Entwicklung beschleunigend wirkt das Acetylen auf Blatt- und Blütenknospen von *Magnolia Yulan* (24 Stunden in Acetylennarkose am 26. November), doch waren die verwendeten Zweige zu klein, so daß ein völliges Öffnen der Knospen nicht erfolgte.

Erwähnenswert sind die Befunde an Knospen von *Acer platanoides*. Die *Acer*-Arten gehören bekanntlich zu den schwer treibbaren Holzgewächsen. Von am 28. November nach eintägiger Acetylenbehandlung ins Warmhaus eingebrachten kurzen Zweigen zeigten bis Mitte Dezember die Mehrzahl

[1] Vgl. Fig. 2 der Tafel; eine Messung der Trieblänge (von der Knospenbasis aus) am 16. Dezember ergab für die Leuchtgaszweige (Terminalknospen): 9 bis 13 *cm*, für die »reine Luft«-Pflanzen (Knospenlänge) 3 bis 5 *cm*.

[2] Bei *Syringa* ergaben Leuchtgasversuche bedeutend schlechtere Resultate als solche in Acetylenatmosphäre.

deutliches Streckungswachstum, während die Zweige ohne Vorbehandlung sich absolut nicht »rührten«.

Am interessantesten ist jedoch vielleicht der Treiberfolg der Acethylenmethode bei *Fraxinus excelsior* (Blattknospen). Lakon [*18*, p. 572] sieht es als eine Bestätigung der günstigen Wirkung der Nährsalzmethode an, daß Eschenknospen, in Knop'scher Lösung stehend, am 9. Februar vollständige Blattentfaltung zeigten. Bei meinen Versuchen mit reichlichem Material brachten nach 48stündiger Acetylenbehandlung (vom 4. bis zum 6. Dezember) die Mehrzahl [1] der Zweige ab 20. Dezember in rascher Folge zunächst tiefer inserierte, schließlich auch die Terminalknospen (die erste am 24. Dezember) zu völlig normaler Blattentfaltung und kräftiger Entwicklung der jungen Triebe, während die Kontrollzweige weiter in Ruhe verblieben.

Auch bei *Robinia pseudacacia* (Blattknospen an Langtrieben), über deren Treibfähigkeit noch wenig Angaben vorliegen,[2] die aber im Freien im Frühling sich wohl von unseren Holzgewächsen am spätesten belauben, öffneten sich eine Anzahl Knospen nach 20stündiger Acetylenbehandlung (am 10. Dezember) bereits am 24. Dezember.

Sehr günstigen Einfluß auf die Entfaltung der Blatt- und Blütenknospen (im Dezember) scheint das Acetylen bei Zweigen von *Crataegus oxyacantha* auszuüben.

Auf ein Moment sei ferner noch hingewiesen, das möglicherweise in der Frage nach der praktischen Verwertung der Acetylenmethode von größerer Bedeutung sein könnte. Das Laub wintergrüner Pflanzen (z. B. von *Azalea indica*) ist bekanntlich ziemlich empfindlich gegenüber dem Warmbad und die Anwendung desselben empfiehlt sich daher bei beblätterten Pflanzen meist nicht; Ähnliches gilt übrigens für den Äther. Es wäre daher für die Praxis gewiß von Wert, wenn ein Treibverfahren ausfindig gemacht würde, das auch bei wintergrünen Pflanzen angewendet werden könnte. Ich habe Mitte Dezember Topfpflanzen von *Azalea indica* und

---

1 Einheitlich reagierten die Zweige auch bei Lakon nicht.

2 Nach Howard [*7*, p. 18] sind Anfang Jänner ins Warmhaus gestellte Zweige überhaupt nicht zur Blattentfaltung zu bringen.

Camellia japonica einer 24stündigen Acetylenbehandlung ausgesetzt. Die Blätter dieser Pflanzen wurden in keiner Weise dadurch geschädigt. Eine frühtreibende Wirkung des Acetylens auf die Blütenknospen konnte bei diesen Versuchen allerdings nicht mehr festgestellt werden, was jedoch nicht verwunderlich erscheint, da diese zur Zeit der Acetylennarkose bereits größtenteils am Beginn der Entfaltung standen. Bei *Azalea* übrigens wurde durch das Acetylen eine große Zahl ruhender Blattknospen zu frühzeitiger rascher Entwicklung gebracht. Diese Versuche müssen jedenfalls in bezug auf die Treibfähigkeit der Blütenknospen noch zu günstiger Zeit wiederholt werden, haben aber immerhin jetzt schon gezeigt, daß die Blätter gewisser wintergrüner Pflanzen durch das Acetylenverfahren nicht geschädigt werden.

Mit diesen kurzen Bemerkungen schließe ich die Angaben über die Treibversuche mit Acetylen, hoffe jedoch, später einmal über weitere Experimente, insbesondere mit gärtnerisch wichtigen Pflanzen berichten zu können.

Das Ergebnis der bisherigen Versuche kann dahin zusammengefaßt werden:

Ein längerer (48stündiger) Aufenthalt in mit Acetylen stark verunreinigter Luft übt auf Zweige (*Syringa, Aesculus*) und Topfpflanzen (*Tilia*) von Holzgewächsen (zur Zeit der Nachruhe) einen frühtreibenden Einfluß aus.

Soweit die bisherigen Versuche die Verhältnisse überblicken lassen, dürfte der Treiberfolg des Acetylenisierens dem des Ätherisierens und Warmbades nicht nachstehen und sich die Acetylenmethode daher bei ihrer Einfachheit in der Praxis wohl verwerten lassen.

B. Mit anderen Stoffen (Gasen).

Außer den Versuchen mit Acetylen wurden noch mit anderen Substanzen (Gasen) Treibexperimente durchgeführt. Diese haben vorläufig erst den Charakter orientierender Versuche, was aber nicht bedeuten soll, daß die im folgenden mitzuteilenden Ergebnisse nicht völlig gesichert erscheinen können.

Diese Experimente sind nicht in der Absicht angestellt worden, weitere praktisch verwertbare Treibverfahren zu ermitteln, sie beanspruchen vielmehr nur theoretisches Interesse.

Als Versuchspflanze kam ausschließlich *Syringa vulgaris* (Zweige) zur Verwendung und mußten die Experimente daher gegen Mitte Dezember vorläufig abgebrochen werden.[1]

Über die Methode dieser Versuche sollen hier keine näheren Angaben gemacht werden, da die Absicht besteht, darüber ausführlicher zu berichten, aber erst, wenn die Experimente auf breiterer Basis ausgeführt sein werden.

In der I. Gruppe dieser Versuche wurden *Syringa*-Zweige in (mit eingeriebenen Glasstöpseln gut verschließbaren) Gläsern[2] der Einwirkung verschiedener Gase ausgesetzt,[3] und zwar die einen einer Atmosphäre von Stickstoff, andere einer solchen von Wasserstoff und wieder andere einer solchen von Kohlensäure.

Diese Gase, auf gewöhnliche Weise hergestellt (vgl. Detmer [*3*]), wurden (ungereinigt) durch Wasserverdrängung in den Glaszylindern aufgefangen, welche die Versuchszweige enthalten. Die Zylindergläser mit den Zweigen blieben während der Versuchsdauer, um den Luftzutritt auszuschließen, nachdem sie unter Wasser gut verschlossen worden waren, auch unter Wasser aufgestellt (die Kontrollpflanzen in ebenso verschlossenen Gläsern mit reiner Luft). Nach Ablauf einer bestimmten Zeit (24 Stunden oder weniger) wurden die Zweige den Gläsern entnommen und direkt ins Treibhaus gestellt. Das Ergebnis der Versuche war:

Durch die Einwirkung sowohl des Stickstoffes als auch des Wasserstoffes und der Kohlensäure wurde die Ruheperiode der mit diesen Gasen behandelten Zweige von *Syringa* deutlich abgekürzt; die besten Treiberfolge wurden erzielt nach Aufenthalt

[1] Zu dieser Zeit ist *Syringa vulgaris* bereits aus der Nachruhe getreten und befindet sich nur mehr in erzwungener Untätigkeit.

[2] Größeren Präparatenzylindern.

[3] Meist 24 Stunden hindurch.

in der Stickstoffatmosphäre, die relativ schwächsten nach Wasserstoffbehandlung.

Den Erfolg der Einwirkung des Stickstoffes möge untenstehendes Bild illustrieren.

Schon der Umstand, daß bei allen drei genannten Gasen ein Frühtreiben erzielt wurde, sprach gegen die Möglichkeit,



Fig. 2.

Syringa vulgaris-Zweige, am 26. November ins Warmhaus gebracht, der linke nach 24stündigem Aufenthalt in einer Stickstoffatmosphäre. Photographiert am 4. Dezember.

daß etwa irgendwelchen Verunreinigungen dieser Gase die Wirkung auf die Nachruhe zuzuschreiben wäre; auch befand sich in den verschlossenen Zylindergefäßen, welche die Zweige enthielten, immer ein geringes Wasserquantum [1] und dieses hätte wohl sicher die Spuren von Chlor und Ammoniak, die

[1] Um einen vollkommenen Ausschluß jeder Spur von Sauerstoff innerhalb der Glaszylinder handelte es sich bei diesen Versuchen keineswegs.

z. B. bei der Stickstoffbereitung diesem Gas als Verunreinigungen beigemengt worden sein können, absorbiert. Trotzdem wurde mit gereinigtem[1] Stickstoff ein Vergleichsversuch angestellt, welcher ergab, daß auch gereinigter Stickstoff die Ruheperiode von *Syringa* wesentlich abkürzt.[2]

Eine II. Gruppe von Versuchen ging so vor sich, daß in gut verschließbare Zylindergläser, in welchen sich die Versuchspflanzen befanden, geringe Mengen einerseits von Ammoniak, andrerseits von Formaldehyd gebracht wurden; die Fliederzweige waren hier also in mit Ammoniak-, respektive Formaldehyddämpfen erfüllter Luft eingeschlossen.[3] Die Einwirkungsdauer war auch hier meist 24 Stunden (oder kürzer). Der Erfolg auch dieser Versuche war ein einheitlich positiver: Zuerst zur Knospenentfaltung kamen die Syringen in der Ammoniak-, dann die in der Formaldehydatmosphäre; die Kontrollzweige aus reiner Luft wiesen die ersten Zeichen des Knospenbrechens um durchschnittlich zwei bis vier Tage später auf.[4]

Mit anderen als den eben genannten Substanzen (Gasen) habe ich bisher keine Versuche gemacht. Zwei Momente werden bei obigen Angaben jedenfalls auffallend erscheinen. Zunächst die Auswahl der Stoffe selbst, dann aber auch, daß bei allen diesen Stoffen eine frühtreibende Wirkung zu beobachten war. Die Auswahl der Stoffe erklärt sich daraus, daß diese Versuche auf der Grundlage einer bestimmten Arbeitshypothese vorgenommen wurden, der durchwegs positive Erfolg aber scheint mir sehr zugunsten dieser Arbeitshypothese, zumindest aber für ihre Brauchbarkeit als solche

[1] Die Darstellung und Reinigung des Stickstoffes erfolgte nach der von Grafe [5, p. 383] beschriebenen Methode von Kostytschew.

[2] Wenn dieser eine Vergleichsversuch ergab, daß der Treiberfolg in gereinigtem Stickstoff anscheinend etwas geringer ausfällt als in ungereinigtem, so können nur weitere Versuche dieses Resultat mit Sicherheit klarlegen.

[3] Sie tauchten dabei aber in Gläser mit (bei Einleitung der Versuche) reinem Leitungswasser.

[4] Diese Versuche gelangten erst am 30. November zur Einleitung, so daß auch die »reine Luft«-Zweige alsbald zu treiben begannen, immer aber, wie angegeben, um einige Tage später als die »behandelten« Syringen.

zu sprechen. Betreffs der Arbeitshypothese selbst verweise ich auf die folgenden theoretischen Erörterungen.

Bevor zu diesen übergegangen wird, sei noch das Ergebnis letzterer Versuche (*B*) zusammengefaßt:

Durch längeres Verweilen einerseits in Stickstoff-, Kohlensäure- oder Wasserstoffatmosphäre, andrerseits in durch Ammoniak-, respektive Formaldehyddämpfe verunreinigter Luft, wird die Ruheperiode (Nachruhe) von *Syringa*-Knospen deutlich abgekürzt; auch die genannten Substanzen üben also eine frühtreibende Wirkung aus.

Theoretisches.

Das Acetylen ist, wie bereits erwähnt, unter die allgemeinen Narkotica im Sinne von Overton und Meier zu rechnen. Die frühtreibende Wirkung desselben ist jedenfalls ein Spezialfall derjenigen Wirkung der Narkotica überhaupt, auf welcher die Abkürzung der Ruheperiode beruht.

Die Ansicht, welche Johannsen in seinem »Ätherverfahren« [*9*, p. 49 u. f.] über die »Natur« der Ätherwirkung äußert: daß sie nämlich indirekt das Wachstum fördert, indem sie eine (hypothetische) Wachstumshemmung lähmt, kann eigentlich kaum als »Erklärungs«-Versuch der Narkosewirkung gelten, obwohl sie manche Tatsachen dem Verständnis näherbringt.[1] Sowohl von Johannsen selbst als auch von anderer Seite sind Untersuchungen angestellt worden über den Einfluß der Narkotica auf verschiedene Stoffwechselvorgänge (vgl. insbesondere Grafe und Richter [*6*, p. 2 bis 14]), insbesondere aber auch auf die Atmung: so ist neuerdings Müller-Thurgau [*27, 28*] zur Ansicht gekommen, daß die Äthernarkose durch Atmungssteigerung auf die Ruheperiode wirke.

Mir scheint bei der Diskussion über die Narkoticawirkung bisher stets zu wenig Gewicht darauf gelegt worden zu sein, daß das Frühtreiben ja keineswegs in der (Äther-, respektive

---

[1] Über die Meinung früherer Autoren betreffs der Natur der Narkoticawirkung auf dem in Frage stehenden Gebiet siehe Howard [*7*, p. 97].

Acetylen-)Narkose erfolgt, sondern als Nachwirkung einer solchen.

»Die Narkotica sind wohl sämtlich in geringer Konzentration stimulierend.« Man darf aber das beschleunigte Austreiben der Knospen infolge der Narkose wohl nicht auf diese das Wachstum direkt stimulierende Wirkung geringer Narkoticadosen[1] zurückführen; Johannsen selbst sagt darüber [*9*, p. 49]: »Die früher genannten Normaldosen werden die Wachstumstätigkeit stark herabsetzen.« Von diesem Gesichtspunkt aus wird es auch verständlich, daß in der gleichen Acetylenatmosphäre (»Laboratoriumsluft«) einerseits das Längenwachstum der Keimlinge sistiert, andrerseits durch dieselbe der Austritt aus der Ruheperiode beschleunigt wird; dort handelt es sich um ein Wachstum in der Acetylenluft, hier um ein solches nach Einwirkung derselben.

Nach dieser Feststellung erscheint die Annahme, die Narkotica wirken durch direkte Atmungssteigerung, nicht völlig befriedigend und dies um so mehr, als eine neue, gut fundierte Theorie der Narkose gerade im Gegenteil die Wirkung derselben als ein Erstickungsphänomen, also als eine direkte Hemmung der Sauerstoffatmung verständlich zu machen sucht. Ich meine die Narkosetheorie der Schule Verworn's [*35*, *36*].

Verworn sucht zu zeigen [*36*, p. 264], »daß einer Anzahl von Lähmungsvorgängen, die durch sehr verschiedenartige äußere Faktoren bedingt sind, ein durchaus einheitlicher Mechanismus zugrunde liegt. Wie wir früher gesehen haben, daß sehr verschiedenartige Reize in erster Linie ein bestimmtes Glied der Stoffwechselkette erregen, so besteht auch für sehr verschiedenartige Reize eine bestimmte Prädilektionsstelle im Stoffwechselgetriebe, von der aus die Reize ganz besonders leicht eine lähmende Wirkung entfalten. Was aber ein hervorragendes Interesse beansprucht, das ist die Tatsache, daß diese Prädilektionsstelle, die den häufigsten Angriffspunkt bildet, für erregende wie für lähmende Reize die gleiche ist. Es sind die Oxydationsprozesse.« Als oxydative Lähmung

---

[1] Also auf eine unmittelbare chemische Reizwirkung.

faßt Verworn auf: die Ermüdung, Wärmelähmung, Narkoselähmung und (als Prototyp natürlich) die Erstickung. Was speziell die Narkose betrifft, so ist sie nach Verworn nichts anderes als die Folge einer Verhinderung der Atmung. »Während der Narkose vollzieht sich also eine Erstickung, ebenso wie in einem sauerstofffreien Medium«, das heißt, es findet keine Sauerstoffatmung statt, dagegen geht die »anoxydative Atmung« weiter vor sich.

Trotz der eingehenden, exakt experimentellen Begründung der Verworn'schen Erstickungstheorie muß es gewagt erscheinen, sie direkt auf pflanzenphysiologisches Gebiet zu übertragen, um so mehr, als hier wie erwähnt direkt widersprechende Angaben vorliegen. Zu letzterem Punkte ist jedenfalls, unter teilweiser Wiederholung des oben Gesagten, folgendes zu bemerken:

1. Ob Narkotica einen stimulierenden oder hemmenden Einfluß auf verschiedene Stoffwechselprozesse (auch die Atmung) ausüben, das hängt jedenfalls von der Dosierung derselben ab, daher auch die verschiedenen Angaben über den Einfluß derselben insbesondere auf die Atmung.[1]

2. Bei den Untersuchungen über den stimulierenden oder retardierenden Einfluß verschiedener chemischer Stoffe (Narkotica) auf die Atmungsintensität wurde meist nur die Kohlensäureabgabe gemessen. Eine solche erfolgt aber in oft reichlichem Maße auch bei intramolekularer (unvollkommener) Atmung und diese geht ja nach Verworn in der Narkose ungestört weiter. Eindeutige Ergebnisse über den Einfluß der Narkotica auf die Sauerstoffatmung (zweite Phase der Atmung) ließen sich also wohl nur durch Messung der Sauerstoffaufnahme ermitteln.

3. Schließlich darf eben nicht vergessen werden, daß, wie Johannsen für Keimlinge gezeigt hat, durch Ätherisierung (in der Narkose) allerdings eine Vermehrung der Kohlensäureproduktion sich einstellt, aber erst als Nachwirkung.

[1] Siehe Czapek [*1*, p. 159] und Grafe und Richter [*6*].

In diesem Zusammenhang sei ferner daran erinnert, daß immerhin auch auf pflanzenphysiologischem Gebiete vereinzelte Tatsachen bekannt geworden sind, die sich mit der Annahme, die Narkose wirke ebenso wie ein Aufenthalt in sauerstofffreiem Raum, wohl vereinbaren lassen.

So hören bekanntlich Leuchtbakterien im sauerstofffreien Raum auf zu leuchten.[1] »Von Interesse ist der Nachweis von Mac Kenney, daß Äthernarkose die Leuchtkraft vernichtet, die Entwicklung der Bakterien aber nicht aufhebt.«[2]

Ferner: sowohl in der Narkose[3] als auch bei Sauerstoffmangel häufen sich gewisse Stoffwechselprodukte, z. B. Fettsäuren und Glyzerin[4] (Czapek [*1*, p. 736]).

Trotz alledem hätte ich es nicht gewagt, in der Frage nach der Natur der Narkosewirkung in bezug auf die Abkürzung der Ruheperiode auf die Erstickungstheorie der Schule Verworn's hinzuweisen, wenn mir nicht meine vorhin besprochenen Versuche (*B*) die Brauchbarkeit dieser Theorie wenigstens als Arbeitshypothese darzutun schienen.

Die erste Gruppe dieser Versuchsreihen ergibt eine Abkürzung der Ruhe nach Aufenthalt in sauerstofffreien Medien, wobei besonderes Interesse den Versuchen in der Stickstoffatmosphäre zukommt, da Reizwirkungen dieses neutralen Gases auf das Wachstum nicht bekannt geworden sind. Was die Versuche mit Kohlensäure betrifft, so gilt diese ja selbst als allgemeines Narkoticum und weiß man, daß sie in Übereinstimmung mit dem Massenwirkungsgesetz schon in relativ geringen Konzentrationen die Lebhaftigkeit der Atmung wesentlich hemmt. Dasselbe gilt von den in der zweiten Versuchsgruppe verwendeten Substanzen, Ammoniak, Formaldehyd, von denen gezeigt wurde, daß sie in geringen Konzentrationen die Sauerstoffatmung merklich hemmen (Warburg [*37*]).

---

[1] Allerdings genügen minimale Spuren von Sauerstoff, um das Leuchten zu ermöglichen: Molisch [*26*, p. 119].

[2] Czapek [*2*, p. 410].

[3] Für die Acetylennarkose nachgewiesen von Grafe und Richter [6].

[4] Glyzerin ist als wichtiges Nebenprodukt auch der alkoholischen Gärung schon lange bekannt.

Jedenfalls müßte es Aufgabe experimenteller Prüfung auf weitester Basis sein zu untersuchen, ob die Wirkung der Narkotica auf die Ruheperiode wirklich im Sinne der Erstickungstheorie erfolgt; der erste Schritt zu dieser Prüfung sollen die angeführten Versuche sein. Sie haben ergeben, daß ebenso wie unter dem Einfluß der Narkotica auch nach Aufenthalt in sauerstofffreien Medien oder nach Einwirkung die Atmung hemmender Substanzen die Ruheperiode abgekürzt wird.

Stellen wir uns aber einmal auf den Standpunkt der Verworn'schen Theorie, so sehen wir also in einer vorübergehenden Hemmung der Sauerstoffatmung bei gleichzeitig fortdauernder anoxydativer Spaltung den wesentlichen Faktor der frühtreibenden Wirkung der Narkotica.

Von selbst drängt sich hier die Frage auf, ob denn der Erfolg auch anderer Frühtreibverfahren auf diese Weise verstanden werden könnte. Vor allem sei in diesem Zusammenhang auf die Wirkung des Warmbades hingewiesen. Welche Faktoren beim Warmbad als wirksam in Betracht kommen, diese Frage ist bekanntlich noch nicht ganz geklärt.[1] Müller-Thurgau, der sich ebenfalls mit diesem Problem eingehend beschäftigt hat, spricht davon, daß während des Warmbades bei Sauerstoffabschluß die intramolekulare Atmung ausgiebig weitergeht.

Schon Molisch hat ja auf die »Erschwerung der Atmung unter Wasser« als auf einen der möglicherweise wirksamen Faktoren hingewiesen. Aber auch die hohe Temperatur spielt jedenfalls eine Rolle dabei, genügt sie doch nach Müller-Thurgau und Schmid [*33*] in gewissen Fällen und nach Molisch zu bestimmten Zeiten (Ende der Nachruhe), die Pflanzen aus der Ruhe zu erwecken. Nun habe ich schon darauf hingewiesen, daß Verworn auch die »Wärmelähmung« als Erstickungsphänomen auffaßt. Gerade bei embryonalen Geweben (Knospen), die ungemein arm

---

[1] Vgl. Molisch [*21*, p. 52] und Pflanzenphysiologie, 1916, p. 171, und Iraklionow [*8*].

an Intercellularen sind, kann es leicht der Fall sein, daß bei hohen Temperaturen (gegen 40° C.) der Luft(Sauerstoff)-zutritt dem enorm erhöhten Atmungsbedürfnis nicht mehr Genüge leisten kann, so daß die intramolekulare (oder doch wenigstens eine unvollkommene) Atmung in gesteigertem Maß hervortritt.[1]

Auch die frühtreibende Wirkung niederer Temperaturen (Kälte) ließe sich vielleicht als eine Herabsetzung der Atmungsintensität verstehen, wobei von Interesse ist, daß, wie Pütter [*30*] fand, bei niederen Temperaturen beim Blutegel die anoxydativen Spaltungen überwiegen, bei höheren dagegen die oxydativen.

Auch was die Trockenheit betrifft, so ist bekannt, daß die Atmung bei »völliger Saftspannung am lebhaftesten« vor sich geht und daß in eingetrockneten Pflanzenteilen die Atmung nur minimal ist. Trockenheit ist aber eines der »natürlichen« und eines der ältesten »künstlichen« Treibmittel.

Nicht verständlich erscheint dagegen von unserem Standpunkt aus zunächst die Tatsache, daß auch durch Verletzung (Weber [*38*]) die Ruheperiode abgekürzt werden kann. Die Verletzung steigert jedenfalls direkt die Atmungsintensität. Wir können aber leicht annehmen, daß bei der Narkose eben als Nachwirkung die Atmungssteigerung erfolgt, bei der Verletzung aber unmittelbar. Das Prinzip wäre dann in beiden Fällen das gleiche: eine Steigerung der Atmungsintensität kürzt die Ruheperiode ab;[2] diese Atmungssteigerung erfolgt aber in einem Falle (Verletzung) direkt (primär), im anderen Falle (Narkose) als Nachwirkung (sekundär).

Wie aber bringt die primär auftretende Lähmung der Sauerstoffatmung, die wir doch für den wesentlichen Faktor der Narkosewirkung hielten, sekundär eine Steigerung der

---

[1] Dasselbe kann auch für massige Speicherorgane, die mit Periderm überzogen sind (Kartoffeln), gelten.

[2] Dies behauptet ja Müller-Thurgau [*28*].

Atmungsintensität mit sich? Durch die intramolekulare Atmung während der Narkose (und ebenso durch den Einfluß von Trockenheit, Kälte, Warmbad) häuft sich — könnte man annehmen — leicht oxydables Material an, das dann bei Ermöglichung der Sauerstoffatmung eine plötzliche intensive Oxydation auslöst.

Diese Annahme erscheint mir allerdings nach den Ergebnissen der interessanten Arbeit von Simon [*34*] nicht recht wahrscheinlich. Simon hat nämlich gezeigt, daß für die Atmung der Holzgewächse keine Ruheperiode besteht, daß diese vielmehr auch im Winter jederzeit bei günstiger Temperatur recht intensiv verläuft. Simon folgert daraus mit Recht, daß es keineswegs die zu geringe Intensität der Atmung (und ein dadurch bedingter Mangel an Betriebsenergie) ist, welche den Ruhezustand bedingt. Dann dürfte aber wohl auch kaum eine Steigerung der Atmung[1] der wirksame Faktor der Treibverfahren sein.

Wir müssen uns daher nach einer anderen Erklärungsmöglichkeit umsehen, wie als sekundäre Folge einer vorübergehenden Behinderung der Sauerstoffatmung die ruhenden Knospen zum Wachstum angeregt werden. Die Annahme ist naheliegend, daß im Verlauf der intramolekularen Atmung während der Narkose gewisse Stoffe entstehen, die direkt stimulierend auf das Wachstum einwirken.[2] Dieser Gedankengang ist nicht ganz neu. Nabokich [*29*][3] hat betont, daß die bei anoxydativer Atmung entstehenden geringen Mengen bestimmter Stoffe (z. B. Alkohol oder aber andere »Giftstoffe«) bei nicht zu lang andauerndem Aufenthalt in sauerstofffreiem Raume stimulierenden Einfluß auf das Wachstum ausüben können.

---

[1] Eine solche muß ja nach Simon durch das bloße Einstellen der Pflanzen in das Warmhaus zu erzielen sein und dabei bleiben die Knospen so häufig »sitzen«.

[2] Es soll nicht verkannt werden, daß die »Natur« der stimulierenden Wirkung solcher Stoffe auf das Wachstum vorläufig nichts weniger als klar ist, daß das ganze Problem also hiermit eigentlich nur eine Verschiebung erfährt.

[3] Vgl. auch Lehmann E., 1911, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 49, p. 61.

Daß unter dem Einfluß der Narkotica (speziell des Acetylens) der Stoffwechsel der Pflanzen stark verändert ist, haben Grafe und Richter [*6*] gezeigt und ist die Annahme solcher das Wachstum direkt stimulierender Stoffe, die während der Narkose gebildet werden, daher nicht allzu gewagt.

Auch andere chemisch-physikalische Veränderungen, die unter dem Einfluß der Narkotica vor sich gehen, könnten übrigens bei der frühtreibenden Wirkung derselben eine Rolle spielen. Speziell für die Acetylenatmosphäre hat O. Richter [*32*] gezeigt, daß sie den osmotischen Druck der Pflanzenzellen in hohem Grade steigert und Euler [*4*, p. 248] ist der Ansicht, die Zunahme des osmotischen Druckes sei eine wichtige Bedingung zur Wiedererlangung der Treibfähigkeit.

Wir sehen eine lange Reihe ungelöster Fragen vor uns, die aber alle experimenteller Lösung zugeführt werden können. Derzeit steht auf unserem Gebiete eine ungemein anregende Arbeitshypothese von Klebs [*14, 15*] und Lakon [*18*, *19*] im Vordergrund des Interesses. Es handelt sich dabei um den Zusammenhang des Ruhens und Treibens mit den Konzentrationsverhältnissen von Kohlehydraten und Nährsalzen. Ein Zweck obiger Erörterungen war auch der, zu zeigen, daß neben dieser grundlegenden »Nährsalz«-Theorie [1] auch andere Arbeitshypothesen eine gewisse Berechtigung besitzen; ist es ja nicht einmal wahrscheinlich, daß die Wirksamkeit aller bisher bekannt gewordenen Treibverfahren auf ein und dasselbe Prinzip zurückführbar ist. Die einen (z. B. Verletzung) können vielleicht durch direkte plötzliche [2] Atmungssteigerung wirksam werden, die anderen (Narkotica) durch indirekte (Nachwirkung) oder dadurch, daß sie die Entstehung das Wachstum stimulierender Stoffe mit sich bringen, für wieder andere wird dagegen maßgebend sein die durch sie bedingte Veränderung in den Konzentrationsverhältnissen zwischen Nährsalzen und organischer Substanz (Nährsalzverfahren von Lakon [*18*] und Lichtmethode von Klebs [*15*]).

[1] In ihr lebt in einem neuen Gewande die von Johannsen und anderen abgelehnte »Hungerzustands«-Theorie wieder auf [*9*, p. 44 und *10*, p. 518].

[2] Ganz besonders intensive.

Wie gesagt, sind die Hypothesen über die Natur der Wirkungsweise der einzelnen Treibverfahren alle experimenteller Prüfung zugänglich, wie mir scheint, zunächst auch ohne Rücksicht darauf, ob die Periodizität als ein autonomer oder aitiogener Vorgang aufzufassen ist.

Das Ergebnis dieser theoretischen Erörterungen sei in folgender Weise zusammengefaßt:

Das Ergebnis einer Reihe von Versuchen mit verschiedenen Stoffen, insbesondere aber mit Stickstoff, stützt die Annahme, daß das Acetylen und die anderen Narkotica (Äther) im Sinne der Erstickungstheorie Verworn's durch vorübergehende Behinderung der Sauerstoffatmung wirken. Wie diese Lähmung der oxydativen Atmung eine Abkürzung der Ruheperiode bewirkt, darüber lassen sich vorläufig nur hypothetische Ansichten äußern; zwei Möglichkeiten liegen vor allem nahe: 1. Während der Narkose häuft sich bei fortgehender intramolekularer Atmung leicht oxydables Material, was nach Beendigung der Narkose sekundär eine plötzliche intensive Steigerung der Atmungsintensität zur Folge hat, die ihrerseits durch »erneute Anregung des Stoffwechsels«[1] die Ruheperiode abkürzt. 2. Während der Narkose bilden sich infolge der intramolekularen Atmung Stoffe,[2] die stimulierend auf die Wachstumsintensität einwirken und so den Austritt aus der Ruhe beschleunigen.

Diese Arbeit wurde am pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz ausgeführt; dem Vorstand desselben, Herrn Prof. Dr. K. Linsbauer sage ich auch an dieser Stelle für das fördernde, rege Interesse, sowie für die Überlassung der Institutsmittel und insbesondere des Experimentierwarmhauses meinen aufrichtigsten Dank.

---

[1] Vgl. Klebs [*15*, p. 74].

[2] Vgl. Nabokich [*29*, p. 136].

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

I. Durch längeren (in der Regel 48stündigen) Aufenthalt in mit Acetylen stark verunreinigter Luft wird bei Zweigen und Topfpflanzen von Holzgewächsen die Ruheperiode (Nachruhe) wesentlich abgekürzt.

II. Dieses neue Treibverfahren — die »Acetylenmethode« — dürfte sich infolge seiner ausgezeichneten Wirksamkeit und Einfachheit zur Verwendung in der Praxis wohl eignen.

III. Eine Reihe von Versuchen mit anderen Stoffen (Gasen), insbesondere mit Stickstoff, welche die frühtreibende Wirkung derselben ermittelten, stützen die Annahme, daß das Acetylen und die anderen Narkotica (Äther) im Sinne der Erstickungstheorie Verworn's durch vorübergehende Behinderung der Sauerstoffatmung wirksam sind.

Literatur.

1. Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen, II. Aufl., I. Bd., 1913.
2. — Dasselbe, I. Aufl., II. Bd., 1905.
3. Detmer, W., Pflanzenphysiologisches Praktikum, IV. Aufl., 1912.
4. Euler, H., Grundlagen der Ergebnisse der Pflanzenchemie, II. und III. Teil, 1909.
5. Grafe, V., Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen, 1914.
6. Grafe und Richter O., Über den Einfluß der Narkotica auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen. Diese Berichte, Bd. CXX, Abt. I, 1911.
7. Howard, W., 1906, Untersuchung über die Winterruheperiode der Pflanzen, Halle.
8. Iraklionow, P. P., Über den Einfluß des Warmbades auf die Atmung und Keimung der ruhenden Pflanzen, Jahrb. für wiss. Bot.
9. Johannsen, W., Das Ätherverfahren beim Frühtreiben, II. Aufl., 1906.

10. Johannsen, W., »Ruheperioden« im Handwörterbuch der Naturw., VIII, p. 514 bis 519.
11. — Just's botan. Jahresbericht, 1897, I, p. 143.
12. Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, III. Aufl., 1913.
13. — Besprechung in der Zeitschrift für Botanik, IV, 1912, p. 649.
14. Klebs, G., Über die Rhythmik in der Entwicklung von Pflanzen. Heidelberg. Akad., 1911.
15. — Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche, ebenda, 1914.
16. — Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten, Jahrb. für wiss. Bot., 56. Bd., 1915, Pfeffer-Festschrift.
17. Kniep, H., Über rhythmische Lebensvorgänge bei den Pflanzen. Ein Sammelreferat, Würzburg, 1915.
18. Lakon, G., Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues Frühtreibverfahren. Zeitschr. für Bot., Bd. 4, 1912.
19. — Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biolog. Zentralbl., Bd. XXXV, 1915.
20. Molisch, H., Über ein einfacher Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). Diese Berichte, Bd. CXVII, Abt. I, 1908.
21. — Dasselbe, II. Teil, Bd. CXVIII, 1909.
22. — Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen, Jena, 1909.
23. — Über das Treiben von Pflanzen mittels Radium. Diese Berichte, Bd. 121, I. Abt., 1912.
24. — Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. Diese Berichte, Bd. 120, I. Abt., 1911.
25. — Dasselbe, II. Teil, Bd. 120, I. Abt., 1911.
26. — Leuchtende Pflanzen, Jena, 1904.
27. Müller-Thurgau, H. und Schneider-Orelli, O., Beiträge zur Kenntnis der Lebensvorgänge in ruhenden Pflanzenteilen, I, Flora I, p. 309, 1910.
28. — Dasselbe, II. Teil, Flora IV, p. 387, 1912.
29. Nabokich, A. J., Über die Wachstumsreize, Beih. bot. Zentralbl., Bd. XXVI, I. Abt., 1910.

30. Pütter, A., Der Stoffwechsel des Blutegels, Zeitschr. für allg. Physiolog., 1907, 1908.
31. Richter, O., Neue Untersuchungen über Narkose im Pflanzenreiche. Sonderabdruck aus den Mitteil. des naturwiss. Vereins an der Universität Wien, IX. Jahrg., Nr. 1, p. 14/15.
32. — Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre der Narkotica, Lotos (Prag), Bd. 56, 1908.
33. Schmid, B., Über die Ruheperiode der Kartoffelknollen. Ber. bot. Ges., Bd. 19, 1901.
34. Simon, S., Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen sowie der Atmungstätigkeit während der Ruheperiode, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 43, 1906.
35. Verworn, M., Narkose, 1912, Jena.
36. — Erregung und Lähmung, 1914, Jena.
37. Warburg, O., Über Beeinflussung der Sauerstoffatmung. Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 71, 1911.
38. Weber, Fr., Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen. Diese Berichte, Bd. 120, I. Abt., 1911.

Erklärung der Tafelfiguren.

Fig. 1. Zweige von *Syringa vulgaris*.
Die Zweige links vom 12. bis 14. November (48 Stunden) in der Acetylennarkose.
Photographiert am 1. Dezember.

Fig. 2. Zweige von *Aesculus Hippocastanum*.
Der Zweig rechts ab 23. November einer Leuchtgasatmosphäre 48 Stunden hindurch ausgesetzt.
Photographiert am 15. Dezember.

Fig. 3. Zweige von *Aesculus Hippocastanum*.
Die Zweige rechts vom 23. bis zum 25. November (48 Stunden) acetylenisiert.
Photographiert am 15. Dezember.

Fig. 4. Topfpflanzen von *Tilia* sp.
Die Pflanze rechts vom 3. bis zum 6. Dezember in der Acetylennarkose.
Photographiert am 18. Dezember.



utor phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.